

Production of a hot steel strip comprises using a casting installation with one segment producing thin thickness regions and another segment producing average to thick thickness regions

Patent Number: DE10057876
Publication date: 2002-05-23
Inventor(s): HEINEMANN WILFRIED A (CH); BOLLIG GEORG (DE); SCHARF JOERG (DE)
Applicant(s): HEINEMANN WILFRIED A (CH); BOLLIG GEORG (DE); SCHARF JOERG (DE)
Requested Patent: ☐ DE10057876
Application Number: DE20001057876 20001121
Priority Number(s): DE20001057876 20001121
IPC Classification: B22D11/14
EC Classification: B22D11/06C, B22D11/06B, B22D11/06E, B22D11/14
Equivalents:

Abstract

Production of a hot strip comprises using a casting installation (8) having exchangeable segments (8a, 8b), one segment (8a) producing thin thickness regions and the other segment (8b) producing average to thick thickness regions. An Independent claim is also included for a device for producing a hot strip. Preferred Features: A twin roller casting machine is used to produce thin thickness regions in the range of 1-5 mm.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑬ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 100 57 876 C 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
B 22 D 11/14

⑲ Aktenzeichen: 100 57 876.4-24
⑳ Anmeldetag: 21. 11. 2000
㉑ Offenlegungstag: -
㉒ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 23. 5. 2002

DE 100 57 876 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**

Bollig, Georg, Dr., 47799 Krefeld, DE; Scharf, Jörg,
Dr., 39108 Magdeburg, DE; Heinemann, Wilfried A.,
Dr., Richterswill, CH

⑦④ **Vertreter:**

Neuhäuser, U., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 39326
Wolmirstedt

⑦② **Erfinder:**

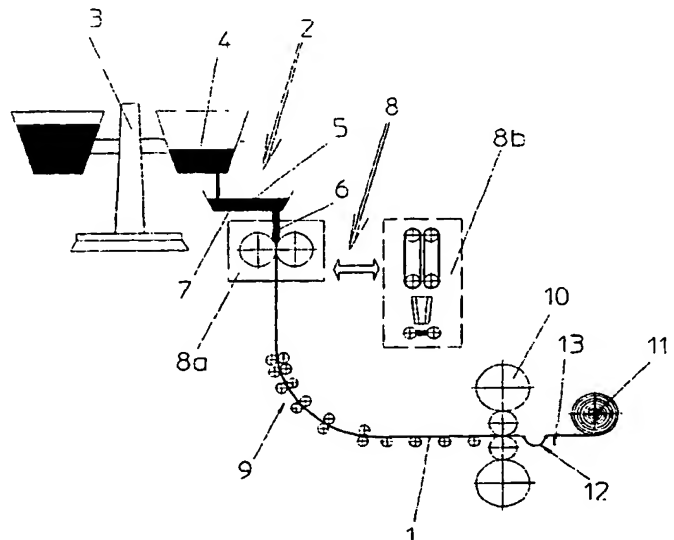
Bollig, Georg, Dr., 47799 Krefeld, DE; Scharf, Jörg,
Dr., 39108 Magdeburg, DE; Heinemann, Wilfried A.,
Dr., Richterswill, CH

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:**

EP 03 29 639 B1
DE-Z.: Stahl und Eisen 119(1999)6/7,129ff;
DE-Z.: Stahl und Eisen 116(1996)12,103ff;
DE-Z.: Stahl und Eisen 117(1997)8,47ff;
DE-Z.: Stahl und Eisen 117(1997)5,75;
DE-Z.: Metall 53(1999)6,316;

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Warmband in einer Minihütte**

⑤⑦ Die Aufgabe, sowohl ein Verfahren als auch eine Vorrichtung zur wirtschaftlichen Herstellung von Warmband (1) in einer Minihütte im Breiten- und Dickenbereich von Warm Breitband zu schaffen, wird im wesentlichen dadurch gelöst, dass bei Ausstattung der Gießanlage (8) der Minihütte mit wenigstens zwei gegeneinander austauschbaren Anlagensegmenten (8a; 8b) wenigstens ein Anlagensegment (8a) für die Herstellung von dünnen Dickenbereichen und wenigstens ein weiteres Anlagensegment (8b) für die Herstellung von mittleren und oberen Dickenbereichen verwendet wird.



DE 100 57 876 C 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Warmband in einer Minihütte im Breiten- und Dickenbereich von Warm-Breitband, nämlich einem Dickenbereich von unter 1 mm bis über 10 mm und einem Breitenbereich von unter 800 mm bis über 1600 mm bei einer wirtschaftlichen Jahresleistung der Minihütte von etwa 500.000 t Warmband, bestehend aus einer Zufuhreinrichtung für flüssigen Stahl in Form eines Zwischenbehälters mit Tauchrohr, einer Gießanlage und einem Ausförderteil für das Warmband mit einem nachgeordneten Walzwerk und/oder wenigstens einer nachgeordneten Haspel.

[0002] Langprodukte, wie Stabstahl, Draht und leichte Profile werden heute weltweit überwiegend in sogenannten Minihütten mit einer Jahresleistung von etwa 300.000 t bis 1.000.000 t, mehrheitlich ≤ 600.000 t für eine begrenzte geographische Region auf Basis des lokalen Schrottaufkommens produziert.

[0003] Flachprodukte, in erster Linie Warm- und Kalt-Breitband, werden hingegen immer noch vorwiegend in integrierten Großhüttenwerken, mit einer Jahresproduktion von mindestens 2.000.000 t produziert.

[0004] Die Ursache hierfür ist, dass es noch kein Produktionsverfahren gibt, welches erlauben würde, Warm-Breitband mit einer Dicke von etwa 1 mm bis 10 mm wirtschaftlich in einer Minihütte, mit einer Jahresleistung von etwa 500.000 t zu produzieren.

[0005] Zur Produktion von Warmband im direkten Verbund mit einem nachgeordneten Walzwerk sind heute drei Verfahrensgruppen bekannt (Stahl und Eisen **119**, 1999, Nr. 6/7, S. 129 ff: Stand des Bandgießens von Stahl):

1. Das Dünnbrammen-Gießverfahren

[0006] Bei diesem Verfahren wird eine dünne Bramme mit etwa 40 mm bis 80 mm Dicke in einer Strangußanlage mit einer speziellen Kokille gegossen und anschließend in einem nachgeordneten mehrgerüstigen Walzwerk zu Warmband gewalzt.

[0007] Diese Anlagen eignen sich zur Produktion von Warm-Breitband mit einer Dicke von etwa 1 mm bis 16 mm und haben eine wirtschaftliche Jahreskapazität von einer Million t und mehr und wurden zur Betriebsreife entwickelt, wobei Anlagen diesen Typs z. B. unter dem Namen CSP-Anlagen als Produktionsanlagen in einer Reihe von Ländern arbeiten (MPT International **3/1997**, S. 64 ff: CSP-The advanced technology for mini-mills leading into the next century).

[0008] Es hat sich jedoch herausgestellt, dass sich diese Anlagen nicht für Minihütten mit einer Jahresleistung von deutlich unter einer Million t zur Versorgung eines geographisch begrenzten Raumes eignen, da für diese Jahresproduktion die Investitionskosten zu hoch sind.

2. Das Vorband-Gießverfahren

[0009] Bei diesem Verfahren wird ein Vorband mit einer Dicke von etwa 40 mm in einer mitlaufenden Kokille gegossen, z. B. einer horizontal oder vertikal angeordneten Band- oder Raupenkokille, welches anschließend in einem mehrgerüstigen Walzwerk zu Warmband mit einer Dicke von etwa 1 mm bis 16 mm gewalzt wird.

[0010] Dieses Verfahren wurde für Stahl noch nicht zur Produktionsreife entwickelt und ist, insbesondere auch wegen der hohen Investitionskosten des mehrgerüstigen Walzwerksteils, für eine Minihütte nicht wirtschaftlich.

[0011] Eine Sonderform des Vorband-Gießverfahrens ist das VSP-Verfahren, bei welchem einer vertikalen Raupenkokille mit rautenförmigem Querschnitt eine Übergangszone und ein Pressrollenpaar, mit dem die erstarrten Außenschichten des Vorbandes zusammen gepresst werden und der noch flüssige Kern des Vorbandes zurück verdrängt wird, nachgeordnet sind (Stahl und Eisen **116**, 1996, Nr. 12, S. 103 ff: Neue Möglichkeiten zum endabmessungsnahen Gießen von Bändern und Knüppeln mit hohen Geschwindigkeiten; EP 0 329 639 B1).

[0012] Mit diesem Verfahren läßt sich ein Vorband mit etwa 10 mm bis 20 mm Dicke erzeugen, das anschließend in einem nachgeordneten Walzwerk mit wenigen Gerüsten zu Warmband mit einer Dicke von etwa 1 mm bis 10 mm gewalzt wird. Besonders wirtschaftlich ist dieses Verfahren zur Produktion von Warmband mit einer Dicke von etwa 4 mm bis 10 mm, weil dann das nachgeordnete Walzwerk lediglich zwei Gerüste aufweisen muß, wohingegen sowohl das Dünnbrammen-Gießverfahren als auch das Vorband-Gießverfahren ohne nachgeordnete Übergangszone und Pressrollen mindestens vier Gerüste im Walzwerksteil erfordern, um eine Banddicke von 4 mm zu erzeugen und mindestens sechs bis sieben Gerüste, um eine Dicke von 0,8 bis 1 mm zu erreichen.

3. Das Dünnband-Gießverfahren

[0013] Bei diesem Verfahren wird ein Dünnband von etwa 2 mm bis 6 mm gegossen, das anschließend in einem nachgeordneten Walzwerk zu Warmband mit etwa 1 mm bis 5 mm Dicke gewalzt wird.

[0014] Es wurde hierbei versucht, durch Gießen auf ein mitlaufendes Band, durch Gießen auf ein mitlaufendes Band mit Oberrolle, durch Gießen auf eine große Rolle, durch Gießen auf eine große Rolle mit Oberrolle und durch Gießen zwischen zwei gleich große Rollen, welches schon von Sir Henry Bessemer vor mehr als einhundert Jahren patentiert wurde, Dünnband zu erzeugen.

[0015] Von diesen Dünnband-Gießverfahren wurde das Gießen zwischen zwei gleich großen Rollen, das sogenannte Zweirollen-Gießverfahren, bis zur Produktionsreife entwickelt (Pressespiegel **24/1999**, Informationsdienste Stahl, S. 8 ff: KTN baut die erste industriell betriebene Bandgießanlage Europas; Metall, 53. Jahrgang, Nr. 6/99, S. 316: Endabmessungsnahes Gießen von rostfreiem Stahlband; Stahl und Eisen **117**, 1997, Nr. 8, S. 47 ff: Grundlagenuntersuchungen zum Zweirollen-Gießverfahren am Max-Planck-Institut für Eisenforschung; Stahl und Eisen **117**, 1997, Nr. 5, S. 75 ff: Entwicklungsstand des direkten Gießens von Band auf der industriellen Pilotanlage Myosotis).

[0016] Besonders geeignet ist dieses Verfahren für die Herstellung von Warmband mit einer Breite von etwa 800 mm bis 1600 mm und einer Dicke von etwa 1 mm bis 5 mm in Anlagen mit einer Jahresleistung von etwa 300.000 t bis 600.000 t.

[0017] Die vorstehend aufgeführten Verfahren zur Produktion von Warmband erlauben jedoch jeweils keine Konzeption einer wirtschaftlichen Produktionsanlage für Warmband in einem Dickenbereich von unter 1 mm bis über 10 mm, einem Breitenbereich von unter 800 mm bis über 1600 mm sowie einer wirtschaftlichen Jahresleistung einer Minihütte von etwa 500.000 t Warmband.

[0018] Für den geforderten Dickenbereich von unter 1 mm bis über 10 mm sind sowohl das Dünnbrammen-Gießverfahren als auch das Vorband-Gießverfahren wegen der sehr hohen Investitionskosten für den Walzwerksteil bei einer Jahresproduktion von 500.000 t nicht wirtschaftlich.

[0019] Die Dünnband-Gießanlagen nach dem Zweirollen-

Gießverfahren sind zwar durchaus für eine wirtschaftliche Jahresproduktion von 500.000 t geeignet, decken aber nicht den Dickenbereich von 5 mm bis 10 mm ab. Für diesen Dickenbereich und die Jahresproduktion scheint jedoch die vorgenannte Vorband-Gießanlage mit Pressrollen durchaus wirtschaftlich zu sein, da wegen der Beschränkung des Dickenbereiches auf Dicken über 5 mm deren Investitionskosten für den Walzwerksteil stark reduziert sind.

[0020] Aufgabe der Erfindung ist es, in Verbesserung des Standes der Technik sowohl ein Verfahren als auch eine Vorrichtung zur wirtschaftlichen Herstellung von Warmband in einer Minihütte im Breiten- und Dickenbereich von Warm-Breitband zu schaffen, die im wesentlichen einen Dickenbereich des fertigen Warmbandes von unter 1 mm bis über 10 mm, einen Breitenbereich von unter 800 mm bis über 1600 mm und eine Jahresleistung der Minihütte von etwa 500.000 t Warmband zulassen.

[0021] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren zur Herstellung von Warmband in einer Minihütte im Breiten- und Dickenbereich von Warm-Breitband, nämlich einem Dickenbereich von unter 1 mm bis über 10 mm und einem Breitenbereich von unter 800 mm bis über 1600 mm bei einer wirtschaftlichen Jahresleistung der Minihütte von etwa 500.000 t Warmband, bestehend aus einer Zufuhreinrichtung für flüssigen Stahl in Form eines Zwischenbehälters mit Tauchrohr, einer Gießanlage und einem Ausförderer für das Warmband mit wenigstens einer nachgeordneten Haspel und/oder einem nachgeordneten Warmwalzwerk, derart gelöst, dass bei Ausstattung der Gießanlage mit wenigstens zwei gegeneinander austauschbaren Anlagensegmenten wenigstens ein Anlagensegment für die Herstellung von dünnen Dickenbereichen und wenigstens ein weiteres Anlagensegment für die Herstellung von mittleren und oberen Dickenbereichen verwendet wird.

[0022] In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass zur Herstellung dünner Dickenbereiche, wie Bereiche von ≤ 1 mm bis ≤ 5 mm, eine an sich bekannte vertikal angeordnete "Zweirollen-Gießmaschine" und zur Herstellung mittlerer und oberer Dickenbereiche, wie Dickenbereiche von ≥ 5 mm bis ≥ 10 mm, eine an sich bekannte "Vorband-Gießmaschine", bestehend aus einer vertikal angeordneten mitlaufenden Raupen- oder Bandkokille, einer Übergangszone und nachgeordneten Pressrollen, verwendet wird.

[0023] Ferner wird vorgeschlagen, dass die "Vorband-Gießmaschine" bei gleicher vorgegebener Bandbreite "B" wie bei der "Zweirollen-Gießmaschine", jedoch doppelter Banddicke "d", mit einer annähernd gleichen Stundenleistung wie die "Zweirollen-Gießmaschine" betrieben wird.

[0024] Eine weitere Maßnahme sieht vor, dass die Erstarrungslänge "h" der "Vorband-Gießmaschine" vom Badspiegel in der Raupen- oder Bandkokille bis zum Kusspunkt zwischen den Pressrollen etwa dreimal so lang gewählt wird, wie die Erstarrungslänge "h" der "Zweirollen-Gießmaschine", gemessen vom Badspiegel eines zwischen den Gießrollen gebildeten Trichters bis zum Kusspunkt der Gießrollen.

[0025] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass das für die "Zweirollen-Gießmaschine" verwendete Tauchrohr der Zufuhreinrichtung ebenfalls für die "Vorband-Gießmaschine" verwendet wird, wobei die gegossene Banddicke "d" des Warmbandes vor den Pressrollen der "Vorband-Gießmaschine" bis annähernd zur halben Breite der Raupen- oder Bandkokille in Abhängigkeit von den Abmaßen des Tauchrohrs gewählt wird.

[0026] In erfinderischer Fortbildung wird weiter vorgeschlagen, dass das dünnste Warmband, welches mittels der "Zweirollen-Gießmaschine" gegossen wird und das dünnste

Warmband, welches mittels der "Vorband-Gießmaschine" gegossen wird, in einem dem Ausförderer nachgeordneten Walzwerk mit einer derartigen maximal zulässigen Abnahme reduziert werden, dass Dickenbereiche des hergestellten Warmbandes von ≤ 1 mm bis ≥ 10 mm erreichbar werden.

[0027] Ebenso wird vorgeschlagen, dass der Anstichbereich des dem Ausförderer nachgeordneten Walzwerkes derart umfassend gewählt wird, dass sämtlich Dickenbereiche erfaßt werden, die in der "Zweirollen-Gießmaschine" und der Vorband-Gießmaschine" gegossen werden.

[0028] Fernerhin wird vorgeschlagen, dass der Bereich der Anstichgeschwindigkeit des dem Ausförderer nachgeordneten Walzwerkes derart umfassend gewählt wird, dass er den gesamten Bereich der Gießgeschwindigkeit "v" der "Zweirollen-Gießmaschine" und der "Vorband-Gießmaschine" erfaßt.

[0029] Die Vorrichtung zur Herstellung von Warmband in einer Minihütte zeichnet sich in Verbindung mit den Merkmalen im Oberbegriff des Anspruchs 10 dadurch aus, dass die Gießanlage wenigstens zwei gegeneinander austauschbare Anlagensegmente aufweist, wobei wenigstens ein Anlagensegment für die Herstellung von dünnen Dickenbereichen und wenigstens ein weiteres Anlagensegment für die Herstellung von mittleren und oberen Dickenbereichen ausgeführt ist.

[0030] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Anlagensegment zur Herstellung dünner Dickenbereiche, wie Bereiche von ≤ 1 mm bis ≤ 5 mm, eine an sich bekannte vertikal angeordnete "Zweirollen-Gießmaschine" und das Anlagensegment zur Herstellung mittlerer und oberer Dickenbereiche, wie Dickenbereiche von ≥ 5 mm bis ≥ 10 mm, eine an sich bekannte "Vorband-Gießmaschine", bestehend aus einer vertikal angeordneten mitlaufenden Raupen- oder Bandkokille, einer Übergangszone und nachgeordneten Pressrollen, ist.

[0031] Wie die Erfindung weiter vorsieht, weist die "Vorband-Gießmaschine" bei gleicher vorgegebener Bandbreite "B" wie bei der "Zweirollen-Gießmaschine", jedoch doppelter Banddicke "d", eine annähernd gleiche Stundenleistung wie die "Zweirollen-Gießmaschine" auf.

[0032] Wie die Erfindung noch vorsieht, ist die Erstarrungslänge "h" der "Vorband-Gießmaschine" vom Badspiegel in der Raupen- oder Bandkokille bis zum Kusspunkt zwischen den Pressrollen etwa dreimal so lang gewählt, wie die Erstarrungslänge "h" der "Zweirollen-Gießmaschine", gemessen vom Badspiegel eines zwischen den Gießrollen gebildeten Trichters bis zum Kusspunkt der Gießrollen.

[0033] Auch ist die gegossene Banddicke "d" des Warmbandes vor den Pressrollen der "Vorband-Gießmaschine" bis annähernd zur halben Breite der Band- oder Raupenkokille so groß gewählt, dass das Tauchrohr der Zufuhreinrichtung für die "Zweirollen-Gießmaschine" auch für die "Vorband-Gießmaschine" einsetzbar ist.

[0034] Als zweckmäßig wird angesehen, wenn das dünnste Warmband, welches mittels der "Zweirollen-Gießmaschine" gießbar ist und das dünnste Warmband, welches mittels der "Vorband-Gießmaschine" gießbar ist, in einem dem Ausförderer nachgeordneten Walzwerk mit einer derartigen maximal zulässigen Abnahme reduzierbar sind, dass Dickenbereiche des hergestellten Warmbandes von ≤ 1 mm bis ≥ 10 mm erreichbar sind.

[0035] Als zweckmäßig wird weiterhin angesehen, wenn zum einen der Anstichbereich des dem Ausförderer nachgeordneten Walzwerkes den gesamten Dickenbereich umfaßt, der in der "Zweirollen-Gießmaschine" und der Vorband-Gießmaschine" gießbar ist und zum anderen der Bereich der Anstichgeschwindigkeit des dem Ausförderer

nachgeordneten Walzwerkes den gesamten Bereich der Gießgeschwindigkeit "v" der "Zweirollen-Gießmaschine" und der "Vorband-Gießmaschine" umfaßt.

[0036] Das vorgeschlagene Verfahren und die vorgeschlagene Vorrichtung haben im Hinblick auf gegebenenfalls bereits in ihren Grenzbereichen betriebene Vorrichtungen zur Herstellung von Warmband den Vorteil, dass mittels einer einzigen Vorrichtung ein breites Dickenspektrum von Warmband abgedeckt werden kann und lediglich durch einen an sich einfachen Austausch von speziellen, für bestimmte Dickenbereiche ausgestatteten Anlagensegmenten der Gießanlage, eine Investitionersparnis insbesondere im Bereich des nachgeordneten Walzwerkteils zu verzeichnen ist.

[0037] Im Ergebnis können Minihütten zur Herstellung von Warmband im aufgabengemäßen Breiten- und Dickenbereich von Warm-Breitband wirtschaftlich betrieben werden.

[0038] Die Erfindung wird nachstehend anhand eines in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0039] Es zeigen:

[0040] Fig. 1 die schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Herstellung von Warmband in der Seitenansicht,

[0041] Fig. 2 die schematische Ansicht einer Gießanlage in einer ersten Ausführungsform (Schnittdarstellung),

[0042] Fig. 3 die schematische Ansicht einer Gießanlage in einer zweiten Ausführungsform (Schnittdarstellung),

[0043] Fig. 4 den Schnitt I-I nach Fig. 3,

[0044] Fig. 5 den Schnitt II-II nach Fig. 3,

[0045] Fig. 6 den Schnitt III-III nach Fig. 3.

[0046] Gemäß Fig. 1 besteht die Vorrichtung zur Herstellung von Warmband 1 in einer an sich bekannten Ausführung aus einer Zufuhreinrichtung 2 für flüssigen Stahl in Form eines Drehturms 3 zur Aufnahme der Gießpfanne 4 mit einem nachgeordneten Zwischenbehälter 5, der seinerseits ein Tauchrohr 6 und eine nicht näher dargestellte Stopfenmechanik für die Regelung der Zufuhr der Stahlschmelze 7 in die vertikal unter dem Zwischenbehälter 5 angeordnete Gießanlage 8 aufweist, ferner aus einem Ausförderteil 9, bestehend beispielsweise aus einer Rollen-Bandführung für das gegossene Warmband 1, sowie einem nachgeordneten Walzwerk 10 und/oder wenigstens einer Haspel 11.

[0047] Das Walzwerk 10 kann, wie vorliegend ersichtlich, ein Walzgerüst oder auch mehrere Walzgerüste aufweisen.

[0048] Fernerhin ist es angezeigt, zwischen dem Walzwerk 10 und der Haspel 11 gegebenenfalls einen an sich bekannten Bandspeicher 12 und eine Scherengruppe 13, bestehend aus einer Besäum- und einer Teilschere, vorzusehen.

[0049] Erfindungsgemäß weist die Gießanlage 8 wenigstens zwei gegeneinander austauschbare Anlagensegmente 8a und 8b auf, wobei wenigstens ein Anlagensegment 8a für die Herstellung von Warmband 1 dünner Dickenbereiche, wie Bereiche von ≤ 1 mm bis ≤ 5 mm, und wenigstens ein weiteres Anlagensegment 8b für die Herstellung von Warmband 1 mittlerer und oberer Dickenbereiche, wie Bereiche von ≥ 5 mm bis ≥ 10 mm, ausgeführt ist.

[0050] Fig. 2 zeigt ein Anlagensegment 8a für die Herstellung dünner Dickenbereiche in Form einer an sich bekannten vertikal angeordneten "Zweirollen-Gießmaschine", welche ihrerseits aus zwei gegenläufig rotierenden und gegebenenfalls gekühlten Gießrollen 14 besteht, die mittels seitlicher Abdichtungen (nicht näher dargestellt), beispielsweise in Form keramischer Platten, einen Trichter 15 zur Aufnahme der Stahlschmelze 7 ausbilden.

[0051] Ein Anlagensegment 8b für die Herstellung mittlerer und oberer Dickenbereiche wird in Fig. 3 gezeigt, wobei unterhalb des Zwischenbehälters 5 eine mit der Stahl-

schmelze 7 mitlaufende und vertikal angeordnete Raupen- oder Bandkokille 16, vorliegend eine Bandkokille 16, in Form einer Gliederbandkokille, vorgesehen ist.

[0052] Der Bandkokille 16 sind fernerhin eine sogenannte Übergangszone 17, in Form von Übergangsrollen 17a, sowie zwei gegenläufig rotierende Pressrollen 18 nachgeordnet.

[0053] Nachfolgend wird die Erfindung verfahrensseitig näher betrachtet.

[0054] Gesetzt den Fall, es ist beabsichtigt Warmband 1 dünner Dickenbereiche herzustellen, bietet sich, wie vorstehend bereits ausgeführt, die Verwendung des Anlagensegmentes 8a in Form einer "Zweirollen-Gießmaschine" an, welches dann zwischen dem stationär angeordneten Zwischenbehälter 5 mit Tauchrohr 6 und dem Ausförderteil 9 in die Vorrichtung zur Herstellung von Warmband 1 eingebracht wird.

[0055] Die Stahlschmelze 7 wird dem Anlagensegment 8a in Form der "Zweirollen-Gießmaschine" durch das noch zum Zwischenbehälter 5 gehörende Tauchrohr 6 zugeführt und bildet im seitlich abgeschlossenen Trichter 15 ein Stahlbad 19 mit dem Badspiegel 20.

[0056] Während der Rotationsbewegung der Gießrollen 14 erstarrt die Stahlschmelze 7 an denselben zu zwei Stranghäuten, die ihrerseits nachfolgend durch die Drehung der Gießrollen 14 nach unten bewegt und an dem sogenannten Kusspunkt 21 zu einem Warmband 1 zusammen gepreßt werden.

[0057] Das Warmband 1 verläßt die "Zweirollen-Gießmaschine" mit einer gewählten Gießgeschwindigkeit "v", die ihrerseits durch den Durchmesser "D" der Gießrollen 14 und die Drehzahl derselben bestimmt wird.

[0058] Die Erstarrung der Stahlschmelze 7 genügt dabei folgender Bedingung

$$s = k \cdot \sqrt{t}$$

wobei "s" die Stranghautdicke, "k" ein vorgegebener Erstarrungsfaktor und "t" die Erstarrungszeit sind.

[0059] Die Erstarrungszeit "t" der beiden Stranghäute, vom Badspiegel 20, wo die Erstarrung an den sich drehenden Gießrollen 14 beginnt, bis zum Kusspunkt 21, wird durch die Gießgeschwindigkeit "v" und die Erstarrungslänge, auch als Erstarrungsweg bezeichnet, bestimmt. Die Gießgeschwindigkeit "v" muß für eine bestimmte Banddicke "d" demgemäß so gewählt werden, dass die sich aus ihr ergebende Erstarrungszeit "t" am Kusspunkt 21 eine Stranghautdicke "s" ergibt, die gleich der halben gewünschten Banddicke "d" ist.

[0060] Eine bestimmte Banddicke "d" kann in einer gegebenen "Zweirollen-Gießmaschine" somit nur mit einer bestimmten Gießgeschwindigkeit "v" gegossen werden. Diese zu einer bestimmten Banddicke "d" gehörende Gießgeschwindigkeit "v" kann nur variiert werden, indem die Höhe "h" des Badspiegels 20 und damit der Erstarrungsweg variiert werden. Dies ist aber nur in Grenzen möglich.

[0061] Für eine "Zweirollen-Gießmaschine" mit einem Durchmesser "D" der Gießrollen 14 von 1,2 m, einem Badspiegelwinkel "α" von 45° und einem Erstarrungsfaktor "k" = 16, wie für "Zweirollen-Gießmaschinen" gültig, ergibt sich für ein gewünschtes 3 mm dickes Warmband 1 z. B. folgende Gießgeschwindigkeit "v":

$$\text{Stranghautdicke } s = d/2 = 1,5 \text{ mm}$$

$$\text{Erstarrungszeit } t = s^2/k^2 = 0,00878 \text{ min}$$

$$\text{Erstarrungsweg } = \alpha \text{ im Bogenmaß} = (81,2 \cdot 3,14 \cdot 45): 360 = 0,471 \text{ m}$$

$$\text{Gießgeschwindigkeit } v = \alpha \text{ im Bogenmaß/t} = 53,6 \text{ m/min}$$

[0062] Für diese Gießgeschwindigkeit "v" ergibt sich somit bei einer Bandbreite "B" von 1 m folgende Jahresleistung:

Gewicht pro Meter "G" = $d \cdot B \cdot 7800 = 0,003 \cdot 1 \cdot 7800 = 23,4 \text{ kg}$

Produktion pro Stunde = $G \cdot v \cdot 60 = 23,4 \cdot 53,6 \cdot 60 = 75.254 \text{ kg} \approx 75,2 \text{ t}$

Produktion pro Jahr bei 6800 Produktionsstunden = $75,2 \cdot 6800 \approx 511.000 \text{ t}$

[0063] Eine "Zweirollen-Gießmaschine" mit etwa 1,2 m Durchmesser "D" der Gießrollen 14 ist, wie vorstehend nachgewiesen, im Bereich der Banddicke "d" von etwa 3 mm und für Bandbreiten "B" von etwa 1 m für eine Jahresproduktion in Minihütten von etwa 500.000 t geeignet.

[0064] Banddicken "d" unter 3 mm können dadurch erzeugt werden, dass das gegossene Warmband 1 im Walzwerk 10 entsprechend reduziert wird.

[0065] Banddicken "d" von über 3 mm bis etwa 5 mm können erzeugt werden, indem ein dickeres Warmband 1 gegossen wird, wobei jedoch die Produktion abnimmt, da die Gießgeschwindigkeit "v" gemäß den vorstehenden Gesetzmäßigkeiten mit der Banddicke "d" quadratisch abnimmt, das Gewicht pro Meter "G" aber nur linear zunimmt.

[0066] Für Banddicken "d" über 5 mm ist die beschriebene "Zweirollen-Gießmaschine" für eine Minihütte nicht mehr geeignet, da dann die Produktion so stark absinkt, dass die gesamte Vorrichtung nicht mehr wirtschaftlich arbeitet.

[0067] In diesem Fall ist erfindungsgemäß das Anlagensegment 8a in Form der "Zweirollen-Gießmaschine" gegen ein bereitstehendes Anlagensegment 8b in Form einer "Vorband-Gießmaschine" mit Raupen- oder Bandkokille 16, einer Übergangszone 17 und nachgeordneten Pressrollen 18 auszutauschen.

[0068] Wie bereits oben erwähnt, wird die Stahlschmelze 7 der "Vorband-Gießmaschine" durch das dem Zwischenbehälter 5 zugeordnete Tauchrohr 6 im dicksten Bereich des Querschnitts der Bandkokille 16 zugeführt. Das bedeutet in der Praxis, dass die gegossene Dicke des Warmbandes 1 vor den Pressrollen 18, auch als Vorband bezeichnet, bis annähernd zur halben Breite der Raupen- oder Bandkokille 16 in Abhängigkeit von den Abmaßen des Tauchrohres 6 zu wählen ist.

[0069] Dabei bildet die Stahlschmelze 7 in der Bandkokille 16, hier in Form einer Gliederbandkokille, an den beiden Gliederbändern zwei Stranghäute, die an den spitz zulaufenden Außenkanten der Bandkokille 16 zusammen wachsen (Fig. 4). Diese beiden Stranghäute werden durch die sich fortbewegenden Gliederbänder mit einer Gießgeschwindigkeit "v" nach unten gefördert und bilden am Ende der Bandkokille 16 einen rautenförmigen Strang. Dieser wird mittels der im Bereich der Übergangszone 17 angeordneten Übergangsrollen 17a zusammengedrückt (Fig. 5) und anschließend zwischen den Pressrollen 18 und mittels derselben zu einem Warmband 1 mit der Banddicke "d" gepresst.

[0070] Die Banddicke "d" ist dabei annähernd $2s$, wobei mit "s" die Stranghautdicke am unteren Ende der Übergangsrollen 17a bezeichnet ist (Fig. 6), denn bis dahin reicht die Erstarrungszone, auch als Erstarrungslänge bezeichnet, mit der Länge "h", die ihrerseits am Badspiegel 20 beginnt und in der die Stranghäute nach dem schon vorstehend behandelten Gesetzmäßigkeiten bezüglich der Erstarrung wachsen. Wie bei der "Zweirollen-Gießmaschine" ist auch bei der "Vorband-Gießmaschine" mit Pressrollen 18 die Erstarrungszone mit der Länge "h" konstant, so dass auch bei ihr zu einer bestimmten Banddicke "d" eine ganz bestimmte Gießgeschwindigkeit "v" gehört.

[0071] Soll mit der "Vorband-Gießmaschine" mit Press-

rollen 18 ein Warmband 1 von etwa 10 mm Banddicke "d" bei einer Produktion von etwa 75 t pro Stunde, die mit der Produktion unter Verwendung einer "Zweirollen-Gießmaschine" abgestimmt ist, gegossen werden, so ergibt sich aus der gewünschten Produktion die erforderliche Gießgeschwindigkeit "v" und aus dieser und der Banddicke "d" die erforderliche Länge "h" der Erstarrungszone.

[0072] Aus der Banddicke "d" von 10 mm und der Bandbreite "B" von 1 m ergibt sich ein Gewicht "G" pro Meter von 78 kg. Für eine Produktion von 75 t/h = 1250 kg/min ergibt sich daraus wiederum eine erforderliche Gießgeschwindigkeit "v" von 16,6 m/min.

[0073] Für eine Stranghautdicke "s" = $\frac{1}{2}d = 5 \text{ mm}$ ermittelt sich demgemäß die Erstarrungszeit "t" nach vorstehender Gesetzmäßigkeit mit einem Erstarrungsfaktor "k" = 16 wie folgt.

$$t = s^2/k^2 = 5^2/16^2 = 0,097 \text{ min}$$

[0074] Damit ergibt sich für eine "Vorband-Gießmaschine" mit Pressrollen 18, bei 10 mm Banddicke "d" und 1 m Bandbreite "B", mit dem Ziel einer Produktion von 75 t/h, im Vergleich zu einer "Zweirollen-Gießmaschine", mit der bei ansonsten gleichen Randbedingungen ein 3 mm dickes Warmband 1 gegossen wird, eine notwendige Erstarrungslänge "h" für die "Vorband-Gießmaschine" mit Pressrollen 18 von

$$h = v \cdot t = 16,6 \cdot 0,097 = 1,61 \text{ m}$$

[0075] Es wurde demgemäß gefunden, dass die Erstarrungslänge "h" der "Vorband-Gießmaschine" mit Pressrollen 18 vom Badspiegel 20 in der Raupen- oder Bandkokille 16 bis zum Kusspunkt 21 zwischen den Pressrollen 18 etwa dreimal so lang zu wählen ist, wie die Erstarrungslänge "h" der "Zweirollen-Gießmaschine", gemessen vom Badspiegel 20 des zwischen den Gießrollen 14 gebildeten Trichters 15 bis zum Kusspunkt 21 der Gießrollen 14.

[0076] Ferner wurde gefunden, dass die "Vorband-Gießmaschine" bei gleicher vorgegebener Bandbreite "B" wie bei der "Zweirollen-Gießmaschine", jedoch doppelter Banddicke "d", mit einer annähernd gleichen Stundenleistung wie die "Zweirollen-Gießmaschine" betrieben werden kann.

[0077] Aus einer gegossenen Banddicke "d" von 10 mm kann mit beispielsweise einem zweigerüstigen Walzwerk 10 (nicht dargestellt) der Dickenbereich von etwa 5 mm bis 10 mm abgedeckt werden.

[0078] Sollen Abmaße des endgewalzten Warmbandes 1 von über 10 mm Banddicke "d" durch eine Reduktion im Walzwerk 10 erzeugt werden, kann für diese Banddicken "d" ein Warmband 1 von beispielsweise 15 mm Banddicke "d" gegossen werden.

[0079] Für den Fachmann ist es demgemäß leicht nachvollziehbar, dass das dünnste Warmband 1, welches mittels der "Zweirollen-Gießmaschine" gegossen wird und das dünnste Warmband 1, welches mittels der "Vorband-Gießmaschine" gegossen wird, in einem dem Ausförderteil 9 nachgeordneten Walzwerk 10 mit einer derartigen maximal zulässigen Abnahme zu reduzieren ist, dass Dickenbereiche des hergestellten Warmbandes 1 von $\leq 1 \text{ mm}$ bis $\geq 10 \text{ mm}$ erreichbar werden.

[0080] Ebenfalls ist der Anstichbereich des Walzwerkes 10 derart umfassend zu wählen, dass sämtlich Dickenbereiche erfaßt werden, die in der "Zweirollen-Gießmaschine" und der Vorband-Gießmaschine" gegossen werden.

[0081] Auch der Bereich der Anstichgeschwindigkeit des Walzwerkes 10 ist derart umfassend zu wählen, dass er den gesamten Bereich der Gießgeschwindigkeit "v" der "Zwei-

rollen-Gießmaschine" und der "Vorband-Gießmaschine" erfaßt.

Bezugszeichen

1 Warmband	5
2 Zufuhreinrichtung	
3 Drehturm	
4 Gießpfanne	
5 Zwischenbehälter	10
6 Tauchrohr	
7 Stahlschmelze	
8 Gießanlage	
8a Anlagensegment	
8b Anlagensegment	15
9 Ausförderteil	
10 Walzwerk	
11 Haspel	
12 Bandspeicher	
13 Scherengruppe	20
14 Gießrollen	
15 Trichter	
16 Bandkokille	
17 Übergangszone	
17a Übergangsrollen	25
18 Pressrollen	
19 Stahlbad	
20 Badspiegel	
21 Kusspunkt	
"v" Gießgeschwindigkeit	30
"D" Durchmesser der Gießrollen 14	
"s" Stranghautdicke	
"k" Erstarrungsfaktor	
"t" Erstarrungszeit	
"d" Banddicke	35
"h" Höhe des Badspiegels 20/Erstarrungszone/Erstarrungslänge	
"α" Badspiegelwinkel/"α" im Bogenmaß = Erstarrungsweg	
"B" Bandbreite	
"G" Gewicht pro Meter Warmband 1	40

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Warmband in einer Minihütte im Breiten- und Dickenbereich von Warm-Breitband, nämlich einem Dickenbereich von unter 1 mm bis über 10 mm und einem Breitenbereich von unter 800 mm bis über 1600 mm bei einer wirtschaftlichen Jahresleistung der Minihütte von etwa 500.000 t Warmband, bestehend aus einer Zufuhreinrichtung für flüssigen Stahl in Form eines Zwischenbehälters mit Tauchrohr, einer Gießanlage und einem Ausförderteil für das Warmband mit einem nachgeordneten Walzwerk und/oder wenigstens einer nachgeordneten Haspel, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Ausstattung der Gießanlage (8) mit wenigstens zwei gegeneinander austauschbaren Anlagensegmenten (8a; 8b) wenigstens ein Anlagensegment (8a) für die Herstellung von dünnen Dickenbereichen und wenigstens ein weiteres Anlagensegment (8b) für die Herstellung von mittleren und oberen Dickenbereichen verwendet wird. 45
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung dünner Dickenbereiche, wie Bereiche von ≤ 1 mm bis ≤ 5 mm, eine an sich bekannte vertikal angeordnete "Zweirollen-Gießmaschine" verwendet wird. 50
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung mittlerer und oberer Dicken- 55

bereiche, wie Dickenbereiche von ≥ 5 mm bis ≥ 10 mm, eine an sich bekannte "Vorband-Gießmaschine", bestehend aus einer vertikal angeordneten mitlaufenden Raupen- oder Bandkokille (16), einer Übergangszone (17) und nachgeordneten Pressrollen (18), verwendet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die "Vorband-Gießmaschine" bei gleicher vorgegebener Bandbreite "B" wie bei der "Zweirollen-Gießmaschine", jedoch doppelter Banddicke "d", mit einer annähernd gleichen Stundenleistung wie die "Zweirollen-Gießmaschine" betrieben wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Erstarrungslänge "h" der "Vorband-Gießmaschine" vom Badspiegel (20) in der Raupen- oder Bandkokille (16) bis zum Kusspunkt (21) zwischen den Pressrollen (18) etwa dreimal so lang gewählt wird, wie die Erstarrungslänge "h" der "Zweirollen-Gießmaschine", gemessen vom Badspiegel (20) eines zwischen den Gießrollen (14) gebildeten Trichters (15) bis zum Kusspunkt (21) der Gießrollen (14).

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das für die "Zweirollen-Gießmaschine" verwendete Tauchrohr (6) der Zufuhreinrichtung (2) ebenfalls für die "Vorband-Gießmaschine" verwendet wird, wobei die gegossene Banddicke "d" des Warmbandes (1) vor den Pressrollen (18) der "Vorband-Gießmaschine" bis annähernd zur halben Breite der Raupen- oder Bandkokille (16) in Abhängigkeit von den Abmaßen des Tauchrohrs (6) gewählt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das dünnste Warmband (1), welches mittels der "Zweirollen-Gießmaschine" gegossen wird und das dünnste Warmband (1), welches mittels der "Vorband-Gießmaschine" gegossen wird, in einem dem Ausförderteil (9) nachgeordneten Walzwerk (10) mit einer derartigen maximal zulässigen Abnahme reduziert werden, dass Dickenbereiche des hergestellten Warmbandes (1) von ≤ 1 mm bis ≥ 10 mm erreichbar werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Anstichbereich des dem Ausförderteil (9) nachgeordneten Walzwerkes (10) derart umfassend gewählt wird, dass sämtlich Dickenbereiche erfaßt werden, die in der "Zweirollen-Gießmaschine" und der Vorband-Gießmaschine" gegossen werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Bereich der Anstichgeschwindigkeit des dem Ausförderteil (9) nachgeordneten Walzwerkes (10) derart umfassend gewählt wird, dass er den gesamten Bereich der Gießgeschwindigkeit "v" der "Zweirollen-Gießmaschine" und der "Vorband-Gießmaschine" erfaßt.

10. Vorrichtung zur Herstellung von Warmband in einer Minihütte im Breiten- und Dickenbereich von Warm-Breitband, nämlich einem Dickenbereich von unter 1 mm bis über 10 mm und einem Breitenbereich von unter 800 mm bis über 1600 mm bei einer wirtschaftlichen Jahresleistung der Minihütte von etwa 500.000 t Warmband, bestehend aus einer Zufuhreinrichtung für flüssigen Stahl in Form eines Zwischenbehälters mit Tauchrohr, einer Gießanlage und einem Ausförderteil für das Warmband mit einem nachgeordneten Walzwerk und/oder wenigstens einer nachgeord-

neten Haspel, dadurch gekennzeichnet, dass die Gießanlage (8) wenigstens zwei gegeneinander austauschbare Anlagensegmente (8a; 8b) aufweist, wobei wenigstens ein Anlagensegment (8a) für die Herstellung von dünnen Dickenbereichen und wenigstens ein weiteres Anlagensegment (8b) für die Herstellung von mittleren und oberen Dickenbereichen ausgeführt ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Anlagensegment (8a) zur Herstellung dünner Dickenbereiche, wie Bereiche von ≤ 1 mm bis ≤ 5 mm, eine an sich bekannte vertikal angeordnete "Zweirollen-Gießmaschine" ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Anlagensegment (8b) zur Herstellung mittlerer und oberer Dickenbereiche, wie Dickenbereiche von ≥ 5 mm bis ≥ 10 mm, eine an sich bekannte "Vorband-Gießmaschine", bestehend aus einer vertikal angeordneten mitlaufenden Raupen- oder Bandkokille (16), einer Übergangszone (17) und nachgeordneten Pressrollen (18) ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die "Vorband-Gießmaschine" bei gleicher vorgegebener Bandbreite "B" wie bei der "Zweirollen-Gießmaschine", jedoch doppelter Banddicke "d", eine annähernd gleiche Stundenleistung wie die "Zweirollen-Gießmaschine" aufweist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Erstarrungslänge "h" der "Vorband-Gießmaschine" vom Badspiegel (20) in der Raupen- oder Bandkokille (16) bis zum Kusspunkt (21) zwischen den Pressrollen (18) etwa dreimal so lang gewählt ist, wie die Erstarrungslänge "h" der "Zweirollen-Gießmaschine", gemessen vom Badspiegel (20) eines zwischen den Gießrollen (14) gebildeten Trichters (15) bis zum Kusspunkt (21) der Gießrollen (14).

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die gegossene Banddicke "d" des Warmbandes 1 vor den Pressrollen (18) der "Vorband-Gießmaschine" bis annähernd zur halben Breite der Raupen- oder Bandkokille (16) so groß gewählt ist, dass das Tauchrohr (6) der Zufuhreinrichtung (2) sowohl für die "Zweirollen-Gießmaschine" als auch für die "Vorband-Gießmaschine" einsetzbar ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das dünnste Warmband (1), welches mittels der "Zweirollen-Gießmaschine" gießbar ist und das dünnste Warmband (1), welches mittels der "Vorband-Gießmaschine" gießbar ist, in einem dem Ausförderteil (9) nachgeordneten Walzwerk (10) mit einer derartigen maximal zulässigen Abnahme reduzierbar sind, dass Dickenbereiche des hergestellten Warmbandes (1) von ≤ 1 mm bis ≥ 10 mm erreichbar sind.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Anstichbereich des dem Ausförderteil (9) nachgeordneten Walzwerkes (10) den gesamten Dickenbereich umfaßt, der in der "Zweirollen-Gießmaschine" und der Vorband-Gießmaschine gießbar ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Bereich der Anstichgeschwindigkeit des dem Ausförderteil (9) nachgeordneten Walzwerkes (10) den gesamten Bereich der Gießgeschwindigkeit "v" der "Zweirollen-Gießma-

schine" und der "Vorband-Gießmaschine" umfaßt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

